

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-075915

(43)Date of publication of application : 12.03.2003

(51)Int.CI. G03B 21/14

F21S 2/00

F21V 13/00

G02B 19/00

G02B 27/28

G02F 1/13

G02F 1/13357

G03B 21/00

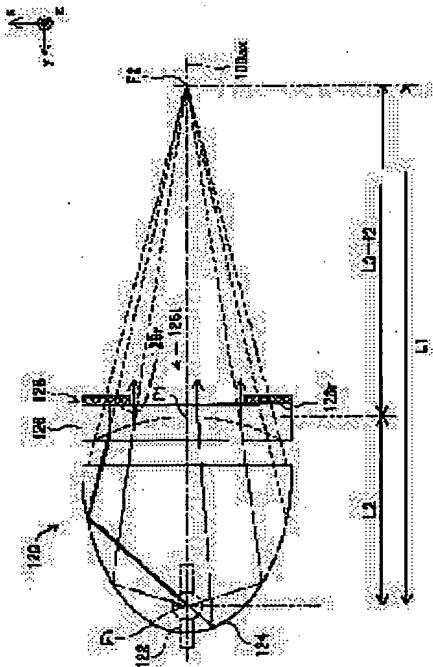
H04N 5/74

// F21Y101:00

(21)Application number : 2001-271885 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 07.09.2001 (72)Inventor : AKIYAMA KOICHI

(54) LIGHT SOURCE DEVICE, AND ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM AND
PROJECTOR EQUIPPED WITH LIGHT SOURCE DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the size of illuminating light emitted from an illumination optical system.

SOLUTION: The light emitted from a lamp is reflected by the reflection surface of an elliptical reflector. The light reflected by the reflection surface is collimated by a collimating lens. The light at the periphery part out of the light collimated by the collimating lens is reflected in a reverse direction by a reflection mirror.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Light equipment equipped with the ellipse reflector which is light equipment and has the reflector in which the light injected from the lamp and said lamp is reflected, the parallel-sized lens for making parallel light reflected by said reflector, and the reflective mirror which reflects the light of a periphery in hard flow among the light made parallel with said parallel-sized lens.

[Claim 2] It is light equipment with which it is light equipment according to claim 1, the plane of incidence of said parallel-sized lens is formed in a concave surface configuration, the injection side is formed in the flat-surface configuration, and said reflective mirror is formed on the injection side of said parallel-sized lens.

[Claim 3] The concave surface of said parallel-sized lens is light equipment according to claim 2 which has the hyperboloid-of-revolution configuration.

[Claim 4] Light equipment with which it is light equipment according to claim 1, the injection side of said parallel-sized lens is formed in a concave surface configuration, and plane of incidence is formed in the flat-surface configuration.

[Claim 5] The concave surface of said parallel-sized lens is light equipment according to claim 4 which has the ellipsoid-of-revolution configuration.

[Claim 6] The illumination-light study system which is an illumination-light study system, divides into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected from light equipment according to claim 1 to 5 and said light equipment, and is equipped with the integrator optical system which superimposes each partial bundle of rays on a predetermined lighting field.

[Claim 7] It is an illumination-light study system equipped with a superposition lens to be an illumination-light study system according to claim 6, and for said integrator optical system superimpose each partial bundle of rays on two lens arrays for dividing into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected from said light equipment on said predetermined lighting field.

[Claim 8] The illumination-light study system which is an illumination-light study system according to claim 6 or 7, and is equipped with the polarization generating optical system which injects said each partial bundle of rays as each partial bundle of rays to which the polarization direction was equal.

[Claim 9] A projector equipped with the projection optical system which projects the modulation pencil of light rays which is a projector and is acquired with an illumination-light study system according to claim 6 to 8, the electro-optic device which modulates the light from said illumination-light study system according to image information, and said electro-optic device.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the illumination-light study system especially used for a projector about the projector which indicates the image by projection.

[0002]

[Description of the Prior Art] In a projector, electro-optic devices, such as a liquid crystal light valve, are illuminated by the light injected from the illumination-light study system. And image display is realized by becoming irregular according to image information (picture signal), and projecting on a screen the light which illuminated the electro-optic device through projection optical system. For this reason, the projector is constituted by various optical system.

[0003] Various optical system from which the miniaturization is advanced in consideration of the portability, and a projector constitutes a projector is also advanced for the miniaturization.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, if the optic which constitutes the optical system which leads the light injected, the optical system, for example, the illumination-light study system, of a projector, to an electro-optic device will become large depending on the optical-path size (the magnitude of the cross section of the whole bundle of rays is meant, and it is also only called "size of the illumination light".) of the illumination light injected from an illumination-light study system if the size of the illumination light becomes large, and it becomes small, it is in the inclination which becomes small.

[0005] Therefore, when realizing the miniaturization of a projector, to make small size of the illumination light injected from the illumination-light study system which constitutes the projector is desired.

[0006] This invention is made in order to solve the above-mentioned technical problem in the conventional technique, it makes small size of the illumination light injected from an illumination-light study system, and aims at offering the technique which can miniaturize a projector.

[0007]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] It is characterized by having the reflective mirror which reflects the light of a periphery in hard flow among the light made parallel with an parallel-sized lens and said parallel-sized lens for the light equipment of this invention to make parallel a lamp, the ellipse reflector which has the reflector in which the light injected from said lamp is reflected, and light reflected by said reflector in order to solve a part of above-mentioned technical problem [at least].

[0008] In the light equipment of this invention, it is convertible for the light of a core by making it reflect in hard flow and reflecting the light of a periphery by the ellipse reflector again by the reflective mirror, among the light made parallel with the parallel-sized lens. abbreviation injected from light equipment by this -- size of the optical path of an parallel light can be made small.

[0009] In the above-mentioned light equipment, the plane of incidence of said parallel-sized lens is formed in a concave surface configuration, the injection side is formed in the flat-surface configuration, and, as for said reflective mirror, it is desirable to be formed on the injection side of said parallel-sized lens.

[0010] If it carries out like this, a reflective mirror can be constituted easily.

[0011] Here, as for the concave surface of said parallel-sized lens, it is desirable to have the hyperboloid-of-revolution configuration.

[0012] If it carries out like this, the concave surface of an parallel-sized lens can be formed with high precision, and it is possible to obtain light with high parallelism.

[0013] Moreover, the injection side of said parallel-sized lens is formed in a concave surface configuration, and plane of incidence may be made to be formed in the flat-surface configuration.

[0014] Even if such, a reflective mirror can be constituted easily.

[0015] Here, as for the concave surface of said parallel-sized lens, it is desirable to have the ellipsoid-of-revolution configuration.

[0016] If it carries out like this, the concave surface of an parallel-sized lens can be formed with high precision, and it is possible to obtain light with high parallelism.

[0017] The illumination-light study system of this invention divides into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected by above either from the light equipment of a publication, and said light equipment, and is characterized by having the integrator optical system which superimposes each partial bundle of rays on a predetermined lighting field.

[0018] You may make it said integrator optical system equipped with the superposition lens for superimposing each partial bundle of rays on two lens arrays for dividing into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected from said light equipment on said predetermined lighting field in the above-mentioned illumination-light study system.

[0019] Moreover, in each above-mentioned illumination-light study system, it is also desirable to have the polarization generating optical system which injects said each partial bundle of rays as each partial bundle of rays to which the polarization direction was equal.

[0020] By these illumination-light study systems, since one of the above-mentioned light equipment is used, it is possible to make size of the optical path of the illumination light small.

[0021] The projector of this invention is characterized by having the electro-optic device which modulates the light from one of above-mentioned illumination-light study systems and said illumination-light study systems according to image information, and the projection optical system which projects the modulation bundle of rays acquired with said electro-optic device.

[0022] In this projector, since the above-mentioned illumination-light study system is used, it is possible to miniaturize the optical system which constitutes a projector, and a projector can be miniaturized as a result.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. Drawing 1 is the outline block diagram showing an example of the projector which applied this invention. The projector 1000 is equipped with the illumination-light study system 100, the colored light separation optical system 200, three liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B, cross dichroic prisms 400, and projection optical system 500.

[0024] The light injected from the illumination-light study system 100 is divided into the colored light of three colors of red (R), green (G), and blue (B) in the colored light separation optical system 200. Each separated colored light is modulated according to image information in the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B. Here, the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B are constituted by the liquid crystal panel equivalent to the electro-optic device in this invention, and the polarizing plate arranged at the optical plane-of-incidence and irradiation labor attendant side. In addition, the mechanical component which is not illustrated for making a liquid crystal panel supply and drive image information is connected to each liquid crystal light valve. The modulation bundle of rays modulated according to image information in the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B is compounded with the cross dichroic prism 400, and is projected by the projection optical system 500 on a screen. By this, an image will be displayed on a screen. In addition, since the configuration and function of each part of a projector as shown in drawing 1 are explained in full detail by JP,10-325954,A indicated by the applicant for this patent, for example, detailed explanation is omitted in this specification.

[0025] Drawing 2 is the explanatory view expanding and showing the illumination-light study system 100 of drawing 1. This illumination-light study system 100 is equipped with light equipment 120, two lens arrays 140,150, polarization generating optical system 160, and superposition lenses

170. Each optic is arranged on the basis of system optical-axis 100ax. Here, system optical-axis 100ax is a medial axis of a bundle of rays injected from light equipment 120. In addition, in drawing 2, the lighting field LA which the illumination-light study system 100 illuminates corresponds to the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B of drawing 1.

[0026] Light equipment 120 is equipped with the lamp (electric-discharge lamp) 122, the reflector 124 which has the concave surface of an ellipsoid-of-revolution configuration, the parallel-sized lens 126, and the reflective mirror 128. As a lamp 122, electric-discharge lamps, such as a high-pressure mercury electric-discharge lamp, and a metal halide lamp, a halogen lamp, are used. The lamp 122 is arranged near the 1st focus of the ellipsoid of revolution of a reflector 124. It is reflected by the reflector 124, and the light injected from the lamp 122 progresses, being condensed toward the 2nd focus of a reflector 124. The parallel-sized lens 126 changes into a light (abbreviation parallel light) almost parallel to system optical-axis 100ax a condensing light which carries out incidence.

[0027] As an parallel-sized lens 126, the plano-concave lens which has a concave surface is used for the light equipment 120 side. The focus of the concave surface of the parallel-sized lens 126 is arranged so that it may be mostly in agreement with the 2nd focus of a reflector 124. Thereby, condensing light which carries out incidence can be made parallel. In addition, as the concave surface of a reflector 124 and the parallel-sized lens 126, it is related, therefore mentions later. As long as the configuration of the concave surface of the parallel-sized lens 126 is a concave surface configuration which can carry out [abbreviation parallel]-izing of the condensing light which carries out incidence, it may be what kind of configuration. However, as for a concave configuration, it is more desirable that it is a hyperboloid-of-revolution configuration. It is possible to acquire a concave configuration for hyperboloid of revolution, then light with high parallelism. Moreover, it is possible to control the aberration of a lens etc. to high degree of accuracy more.

[0028] Drawing 3 is the front view showing the reflective mirror 128 formed on the injection side of the parallel-sized lens 126. The reflective mirror 128 has reflector 128r in the periphery of the injection side of an parallel-sized lens, and has 128t of effective areas in the core. This reflector 128r is formed by forming the aluminum film, a silver film, etc. on the periphery of the injection side of the parallel-sized lens 126. Moreover, it can form also by vapor-depositing dielectric multilayers (cold mirror etc.). Moreover, it can form also by sticking an ESR film (3 M company make). In addition, it is possible to arrange what formed alternatively the aluminum film, a silver film, dielectric multilayers, an ESR film, etc. near the injection side of the parallel-sized lens 126 to the plate-like transparent body (for example, glass plate), or to stick it on it.

[0029] In addition, you may make it form an antireflection film in the injection side corresponding to the plane of incidence of the parallel-sized lens 126, and 128t of effective areas of the reflective mirror 128. Thereby, the light injected from the lamp 122 reflects in these fields, and becomes possible [controlling losing]. Moreover, you may make it form UV reflective film. UV reflective film is a filter for removing ultraviolet rays from the light injected from the lamp 122. Thereby, it becomes possible to reduce degradation by the ultraviolet rays of the optic (for example, polarizing plate with which the liquid crystal light valve was equipped) using an organic material. In addition, you may make it form separately the glass plate with which UV reflective film formed on the glass plate was formed in a plane-of-incidence [of the parallel-sized lens 126], or injection side side.

[0030] The light changed into abbreviation parallel light with the parallel-sized lens 126 shown in drawing 2 is injected from 128t of effective areas of the reflective mirror 128. That is, light equipment 120 has the function to inject abbreviation parallel light. In addition, about the function of light equipment 120, it mentions later further.

[0031] Incidence of the abbreviation parallel light injected from light equipment 120 is carried out to the 1st lens array 140. Drawing 4 is the perspective view of the 1st lens array 140. The 1st lens array 140 has two or more small lens 140s arranged in the shape of a matrix. In this example, it has small lens 140s of six-line four trains. Each smallness lens 140s is a plano-convex lens, and the appearance configuration when seeing from y is set up so that it may become the lighting field LA (liquid crystal light valve) and an analog. abbreviation by which the 1st lens array 140 was injected from light equipment 120 -- an parallel bundle of rays is divided and injected to two or more partial bundle of rayses.

[0032] The 2nd lens array 150 shown in drawing 2 has two or more small lens 150s arranged in the

shape of a matrix, and is the same as that of the 1st lens array 140 almost. The 2nd lens array 150 has the function to arrange each medial axis of the partial bundle of rays injected from the 1st lens array 140 almost in parallel with system optical-axis 100ax. Moreover, the 2nd lens array 150 has the function to which image formation of the each smallness lens 140s [of the 1st lens array 140] image is carried out on the lighting field LA with the superposition lens 170.

[0033] The partial bundle of rays injected from each smallness lens 140s of the 1st lens array 140 is condensed in the near location 160, i.e., polarization generating optical system, through each smallness lens 150s of the 2nd lens array 150, as shown in drawing 2.

[0034] The polarization generating optical system 160 is equipped with two polarization generating component arrays 160A and 160B. To system optical-axis 100ax, the 1st and 2nd polarization generating component arrays 160A and 160B are arranged so that it may become symmetrical.

[0035] Drawing 5 is the explanatory view expanding and showing polarization generating component array 160A of drawing 2. Drawing 5 (A) shows the perspective view of 1st polarization generating component array 160A, and drawing 5 R> 5 (B) shows the top view when seeing from +z. Polarization generating component array 160A is equipped with a gobo 162, the polarization beam splitter array 164, and two or more lambda / 2 phase-contrast plates 166 that have been arranged alternatively at the irradiation labor attendant of the polarization beam splitter array 164. In addition, the same is said of 2nd polarization generating component array 160B.

[0036] As shown in drawing 5 R> 5 (A) and (B), column-like glass material 164c which has the cross-section configuration of an abbreviation parallelogram sticks two or more polarization beam splitter arrays 164, they are put together, and are constituted. Polarization demarcation membrane 164a and reflective film 164b are formed in the interface of each glass material 164c by turns. In addition, dielectric multilayers are used as polarization demarcation membrane 164a, and dielectric multilayers and a metal membrane are used as reflective film 164b.

[0037] Effective area 162a and face shield 162b are arranged in the shape of a stripe, and the gobo 162 is constituted. Effective area 162a and face shield 162b are prepared corresponding to polarization demarcation membrane 164a and reflective film 164b, respectively. Moreover, face shield 162b is prepared corresponding to the gap of two polarization sensing-element arrays 160A and 160B. Thereby, incidence of the partial pencil of light rays injected from the 1st lens array 140 (drawing 2) is carried out only to polarization demarcation membrane 164a of the polarization beam splitter array 164 through effective area 162a, and it does not carry out incidence to reflective film 164b. In addition, as a gobo 162, what formed alternatively the film (for example, chromium film, aluminum film, dielectric multilayers, etc.) of protection-from-light nature can be used for the plate-like transparent body (for example, glass plate). Moreover, it is also possible to use for the plate of protection-from-light nature like an aluminum plate what prepared stripe-like opening. Furthermore, you may make it form the film of protection-from-light nature in glass material 164c of the polarization beam splitter array 164 directly.

[0038] As a continuous line shows to drawing 5 (B), incidence of the chief ray (medial axis) of each partial bundle of rays injected from the 1st lens array 140 (drawing 2) is carried out to effective area 162a of a gobo 162 almost in parallel with system optical-axis 100ax. The partial bundle of rays which passed effective area 162a is divided into the partial bundle of rays of s-polarized light, and the partial bundle of rays of p-polarized light in polarization demarcation membrane 164a. In addition, s-polarized light is the polarization direction perpendicular to the plane of incidence of polarization demarcation membrane 164a, and presupposes that it is p-polarized light the polarization direction parallel to the plane of incidence of polarization demarcation membrane 164a. The partial pencil of light rays of p-polarized light penetrates polarization demarcation membrane 164a, and is injected from the polarization beam splitter array 164. On the other hand, after the partial bundle of rays of s-polarized light is reflected by polarization demarcation membrane 164a and being further reflected in reflective film 164b, it is injected from the polarization beam splitter array 164. In addition, in the irradiation labor attendant of the polarization beam splitter array 164, the chief ray of the partial bundle of rays of p-polarized light and the chief ray of the partial bundle of rays of s-polarized light are mutual almost parallel.

[0039] lambda / 2 phase-contrast plate 166 is formed only in the irradiation labor attendant of the partial bundle of rays of the p-polarized light which penetrated polarization demarcation membrane

164a among the irradiation labor attendants of the polarization beam splitter array 164. $\lambda/2$ phase-contrast plate 166 has the function to change the linearly polarized light which carries out incidence into the linearly polarized light and the polarization direction cross at right angles. Therefore, the partial bundle of rays of p-polarized light is changed into the partial bundle of rays of s-polarized light by $\lambda/2$ phase-contrast plate 166, and is injected. The partial bundle of rays (second+p) which does not have by this the bias which carried out incidence to polarization generating component array 160A will be changed into the partial bundle of rays of s-polarized light, and will be injected. In addition, the partial bundle of rays which carries out incidence to polarization generating component array 160A can also be changed and injected to the partial bundle of rays of p-polarized light by arranging $\lambda/2$ phase-contrast plate 166 only to the irradiation labor attendant of the partial bundle of rays of s-polarized light.

[0040] In addition, although the above-mentioned polarization generating optical system 160 shows the case where it has two polarization generating component arrays arranged to system optical-axis 100ax at the object, you may make it equipped with one polarization sensing-element array.

[0041] As mentioned above, two or more partial bundle of rays injected from the 1st lens array 140 are changed into about one kind of linearly polarized light to which the polarization direction was equal, respectively while being separated into two partial bundle of rays by the polarization generating optical system 160 for every partial bundle of rays. Two or more partial bundle of rays to which the polarization direction was equal are superimposed on the lighting field LA with the superposition lens 170 shown in drawing 2. At this time, the luminous-intensity distribution which irradiates the lighting field LA serves as homogeneity mostly.

[0042] As mentioned above, the illumination-light study system 100 (drawing 1) injects the illumination light (s-polarized light) to which the polarization direction was equal, and illuminates mostly the liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B to homogeneity through the colored light separation optical system 200. That is, two lens arrays 140, 150 and superposition lenses 170 of the illumination-light study system 100 constitute the integrator optical system for illuminating mostly the lighting field LA (liquid crystal light valves 300R, 300G, and 300B) to homogeneity.

[0043] By the way, the light equipment 120 of this example has the description at the point that the reflective mirror 128 which has reflector 128r is formed in the periphery of the injection side of the parallel-ized lens 126.

[0044] Drawing 6 is the explanatory view showing the function of light equipment 120. It mentioned above -- as -- the 1st of the ellipsoid of revolution of a reflector 124 -- the light injected from the lamp 122 arranged about focal F1 is reflected by the reflector 124 -- having -- the 2nd -- it is condensed about focal F2.

[0045] Here, distance of the 1st focus F1 of a reflector 124 and the 2nd focus F2 is set to L1. Moreover, distance from the 1st focus F1 to the top-most vertices P1 of the concave surface of the parallel-ized lens 126 is set to L2, and distance from the concave top-most vertices P1 to the 2nd focus F2 is set to L3.

[0046] The parallel-ized lens 126 is arranged near the effective area of a reflector 124. Moreover, the parallel-ized lens 126 is set up so that the focal distance f2 of the concave surface may become equal to the distance L3 from top-most vertices P1 to the 2nd focus F2. It is changed so that a condensing light which carries out incidence to the concave surface of the parallel-ized lens 126 may be set to system optical-axis 100ax with abbreviation parallel by this.

[0047] in this way, the light which passes 128t of effective areas of the reflective mirror 128 among the changed abbreviation parallel light -- the abbreviation from light equipment 120 -- it is injected as an parallel light. On the other hand, it is reflected by reflector 128r and the light (beam of light shown as a thick continuous line among drawing) of a periphery with reflector 128r passes through the core of return and a lamp 122 to hard flow in order of the concave surface of the parallel-ized lens 126, and a reflector 124. Compared with the reflective location of the reflector 124 before being reflected by reflector 128r, it is reflected in the reflective location of the reflector 124 near [near system optical-axis 100ax] a core, and again, the light which passed through the core of this lamp 122 is injected towards the 2nd focus F2, and carries out incidence to the parallel-ized lens 126.

[0048] The light which carried out incidence to the parallel-ized lens 126 again passes through the

core near system optical-axis 100ax compared with the time of passing the parallel-sized lens 126, before being reflected by reflector 128r of the reflective mirror 128 as mentioned above. If this light is the light which passes through the location corresponding to 128t of effective areas of the reflective mirror 128 at this time, 128t of effective areas will be passed as it is, and it will become the injection light from light equipment 120. On the other hand, if it is the light which still passes through the location corresponding to reflector 128r of the reflective mirror 128, it will be reflected by reflector 128r once again, and reflection by return and reflector 128r and the reflector 124 will be repeated by hard flow in order of the concave surface of the parallel-sized lens 126, and a reflector 124. And finally the light reflected by reflector 128r of the reflective mirror 128 passes 128t of effective areas of the reflective mirror 128, and turns into injection light from light equipment 120. [0049] Therefore, most (except for a lost part by reflection etc.) light which carries out incidence passes 128t of effective areas of the reflective mirror 128 on the parallel-sized lens 126, and is injected. Thereby, size of the illumination light injected from light equipment 120 can be made small. In addition, the size of the illumination light is determined by the magnitude of 128t of effective areas of the reflective mirror 128.

[0050] Drawing 7 is the explanatory view showing light equipment 120cp of the example of a comparison. Light equipment 120cp of the example of a comparison shows the general configuration of the light equipment which has the size of the illumination light equivalent to the light equipment 120 of an example. In light equipment 120cp of the example of a comparison, in order to make size of the illumination light equivalent to the light equipment 120 of an example, distance L2cp from the 1st focus F1 of a reflector 124 to top-most-vertices P1cp of the concave surface of parallel-sized lens 126cp must be enlarged compared with the distance L2 shown in drawing 6. For this reason, light equipment 120cp of the example of a comparison becomes large along the direction of an optical path compared with the light equipment 120 of an example.

[0051] On the other hand, the light equipment 120 of this example shown in drawing 6 has the advantage that it is possible to make size of the illumination light small according to the magnitude of 128t of effective areas of the reflective mirror 128, without enlarging along the direction of an optical path like light equipment 120cp of the example of a comparison.

[0052] Therefore, the illumination-light study system 100 (drawing 2) which applied the light equipment 120 of this example can make size of the illumination light to inject small, without enlarging magnitude of the direction of an optical path of an illumination-light study system. And it becomes possible to miniaturize the projector (drawing 1) which applied the illumination-light study system 100.

[0053] Moreover, in light equipment 120cp of the example of a comparison shown in drawing 7, distance L3cp (=L1-L2cp) from top-most-vertices P1cp of the concave surface of parallel-sized lens 126cp to the 2nd focus F2 of a reflector 124 must be made small compared with the distance L3 (=L1-L2) shown in drawing 6. For this reason, focal distance f2cp of parallel-sized lens 126cp in light equipment 120cp of the example of a comparison must be made small compared with the focal distance f2 of the parallel-sized lens 126 in the light equipment 120 of the example shown in drawing 6. That is, in light equipment 120cp of the example of a comparison, an parallel-sized lens with concave big diopter (the inverse number of a focal distance is meant and called the so-called "lens power".) is needed compared with the light equipment 120 of an example.

[0054] Drawing 8 is the explanatory view showing the light source image by two or more partial bundle of rays divided by the 1st lens array 140. Drawing 8 (A) shows the example in the case of being based on light equipment 120cp of the example of a comparison, and drawing 8 (B) shows the example in the case of being based on the light equipment 120 of this example. The light source image of drawing is expressed by the optical reinforcement shown by the contour line. Like light equipment 120cp of the example of a comparison, when big parallel-sized lens 126cp of lens power is used, as shown in drawing 8 (A), the light source image of each partial bundle of rays divided depending on the magnitude of lens power becomes large in the direction of a train. Since the bundle of rays which carries out incidence to face shield 162b, without the ability passing effective area 162a of a gobo 162 increases even if such a partial bundle of rays carries out incidence to the polarization generating optical system 160, the use effectiveness of polarization generating optical-system 160 light will fall.

[0055] However, since lens power of the parallel-ized lens 126 can be made small compared with the case where light equipment 120cp of the example of a comparison is used when the light equipment 120 of this example is used, as shown in drawing 8 (B), it is possible for the light source image of each partial bundle of rays to become comparatively small, and to control decline in the use effectiveness of light.

[0056] In addition, this invention can be carried out in various modes in the range which is not restricted to an above-mentioned example or an above-mentioned operation gestalt, and does not deviate from that summary, for example, the following deformation is also possible for it.

[0057] (1) Drawing 9 is the explanatory view showing light equipment 120' as a modification. Although the light equipment 120 of the example shown in drawing 6 explains the case where a plane-of-incidence side is equipped with the parallel-ized lens 126 which has a concave surface to the example, you may make it equip a injection side side with parallel-ized lens 126' which has a concave surface, as shown in drawing 9. In this case, contiguity arrangement of the reflective mirror 128 is carried out so that the parallel light of the periphery injected from parallel-ized lens 126' may be reflected in hard flow.

[0058] In addition, as long as the configuration of the concave surface of parallel-ized lens 126' is a concave surface configuration which can carry out [abbreviation parallel]-izing of the condensing light which carries out incidence, it may be what kind of configuration. However, as for a concave configuration, it is more desirable that it is an ellipsoid-of-revolution configuration. It is possible to acquire a concave configuration for an ellipsoid of revolution, then light with high parallelism. Moreover, it is possible to control the aberration of a lens etc. to high degree of accuracy more.

[0059] The lighting system which applied light equipment 120' of this modification, and the projector which applied this lighting system can be miniaturized similarly.

[0060] (2) Drawing 10 is the explanatory view showing illumination-light study system 100' as a modification. Although the illumination-light study system 100 of the example shown in drawing 2 shows the case where integrator optical system is constituted from two lens arrays 140,150 and superposition lenses 170, you may make it omit the superposition lens 170 by changing the 2nd lens array 150 of drawing 2 into lens array 150', and arranging this lens array 150' in the latter part of the polarization generating optical system 160, as shown in drawing 10.

[0061] 2nd lens array 150' is equipped with 2nd small lens 150S' of a twice as many number as this to smallness lens 140S located in a line in the x directions of the 1st lens array 150. This is because the polarization generating optical system 160 divides one partial bundle of rays into two partial bundle of rayses by polarization demarcation membrane 164a and reflective film 164b which are located in a line in the x directions and the number of the partial bundle of rayses to inject becomes twice in the x directions, as shown in drawing 5. every -- 2nd small lens 150' consists of decentered lenses which have the function of the superposition lens 170 of drawing 2. Moreover, 2nd small lens 150S' located in a line in the x directions is constituted by the symmetry to system optical-axis 100ax, and is connected in the connection section 152. Each partial bundle of rays by which 2nd lens array 150' was injected from the 1st lens array 140 by carrying out eccentricity in 2nd smallness lens 150s' can be made to superimpose on the lighting field LA. For this reason, the superposition lens 170 is omitted in this modification.

[0062] Thus, what is necessary is to have divided into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected from light equipment and light equipment as an illumination-light study system of this invention, and just to have the integrator optical system which has the function which superimposes each partial bundle of rays on the lighting field LA.

[0063] (3) Although the above-mentioned example and the modification 2 show the case where it has the integrator optical system which has the function which divides into two or more partial bundle of rayses the bundle of rays injected from light equipment, and superimposes each partial bundle of rays on the lighting field LA, you may make it have integrator optical system with an integrator rod.

[0064] (4) Although the above-mentioned example explains the case where this invention is applied to the projector of a transparency mold to the example, this invention can be applied also to the projector of a reflective mold. Here, the "transparency mold" means that it is the type whose electro-optic device as a light modulation means penetrates light like a transparency mold liquid crystal

panel, and means that a "reflective mold" is a type whose electro-optic device as a light modulation means reflects light like a reflective mold liquid crystal panel. Also when this invention is applied to the projector of a reflective mold, the same effectiveness as the projector of a transparency mold can be acquired.

[0065] (5) Although the projector 1000 of the example shown in drawing 1 is equipped with the liquid crystal panel as an electro-optic device, it is replaced with this and you may make it equipped with micro mirror mold light modulation equipment. As micro mirror mold light modulation equipment, DMD (digital micro mirror device) (trademark of TI, Inc.) can be used, for example. What is necessary is just to modulate incident light generally as an electro-optic device according to image information.

[0066] (6) In the above-mentioned example, although the projector 1000 which displays a color picture is explained to an example, also in the projector which displays a monochrome image, it is the same.

[Translation done.]

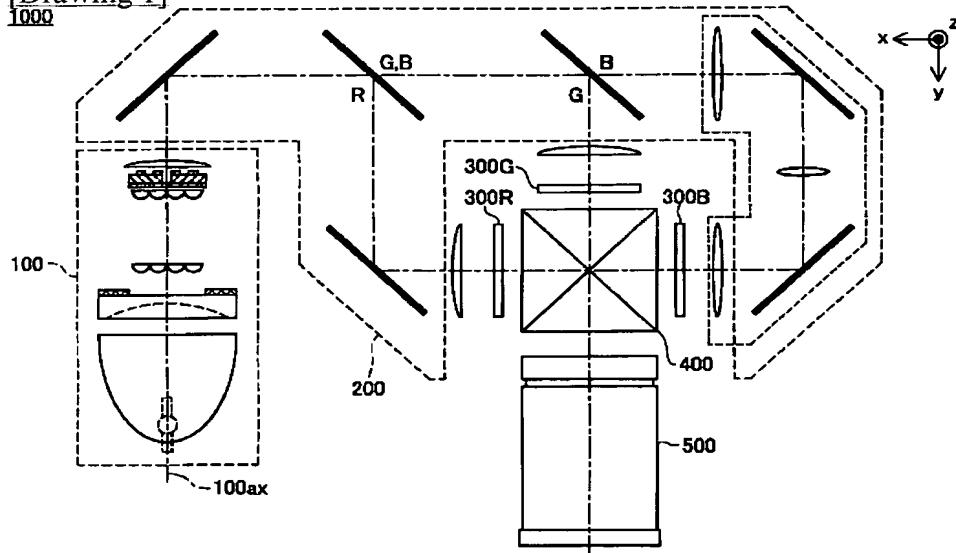
* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

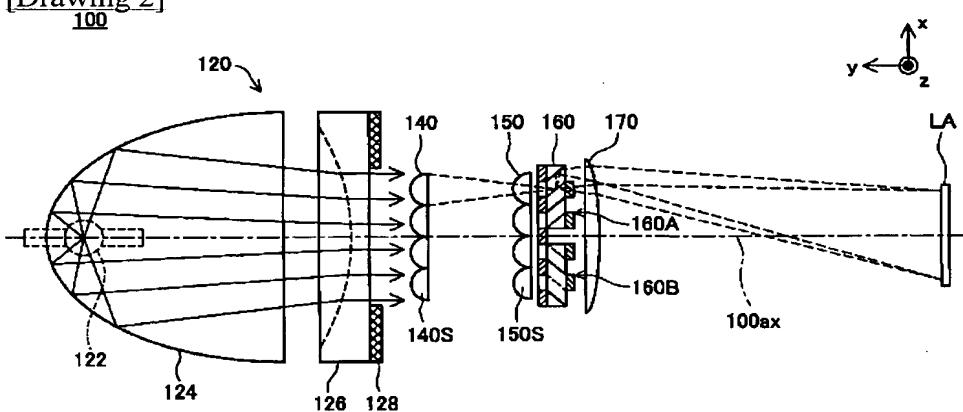
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

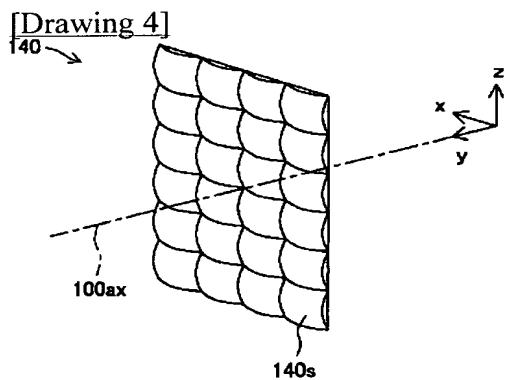
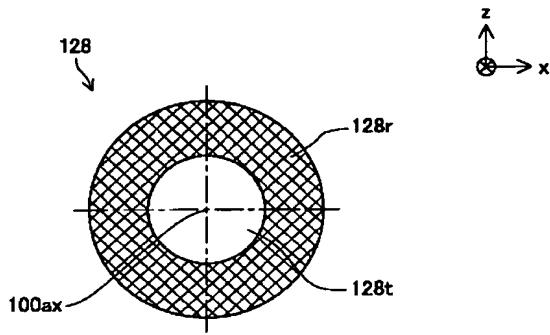
[Drawing 1]



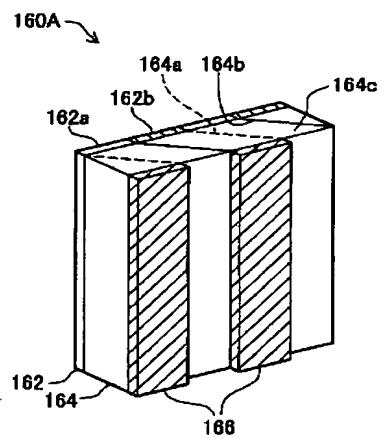
[Drawing 2]



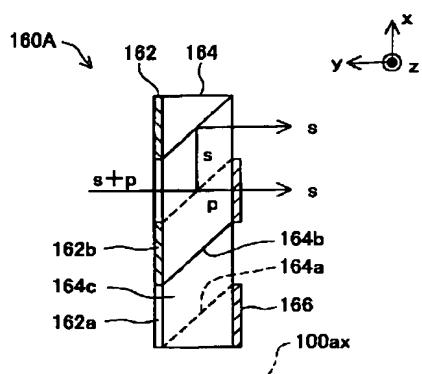
[Drawing 3]



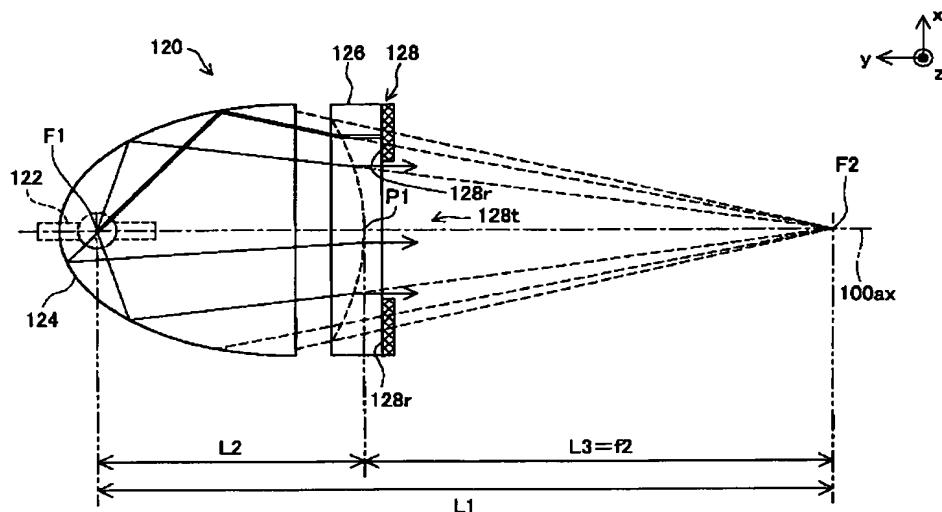
[Drawing 5]
(A)



(B)

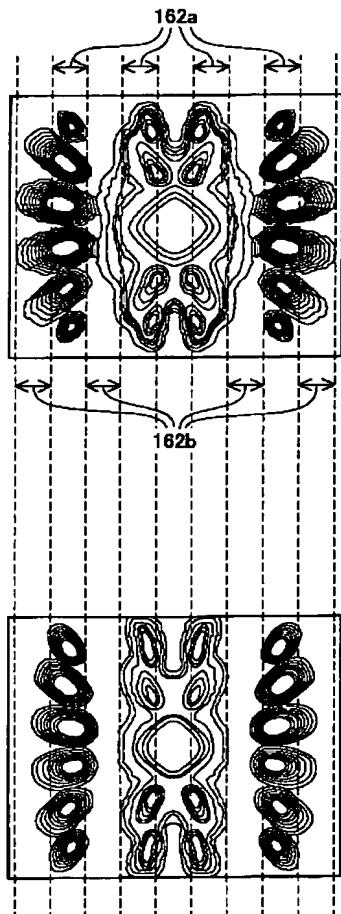


[Drawing 6]

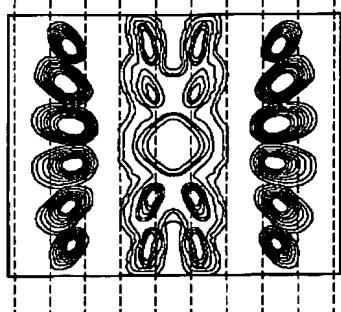


[Drawing 8]

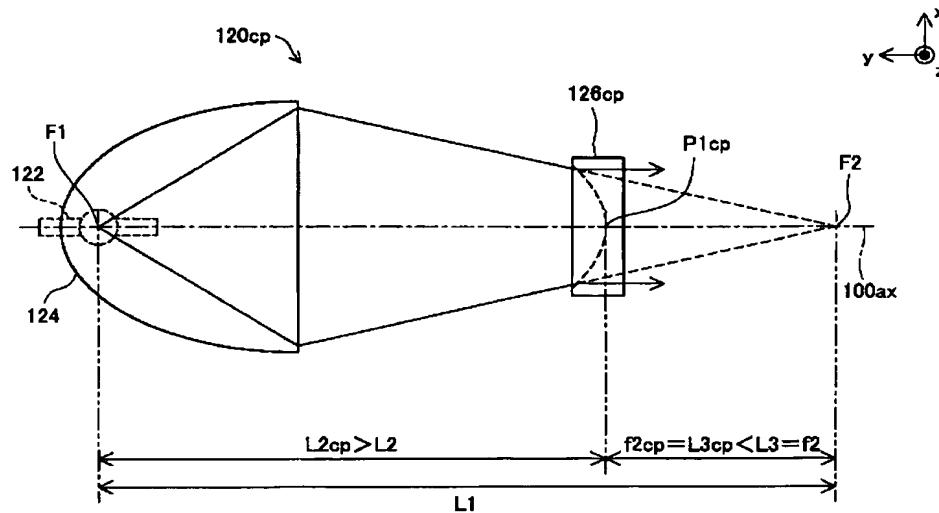
(A)



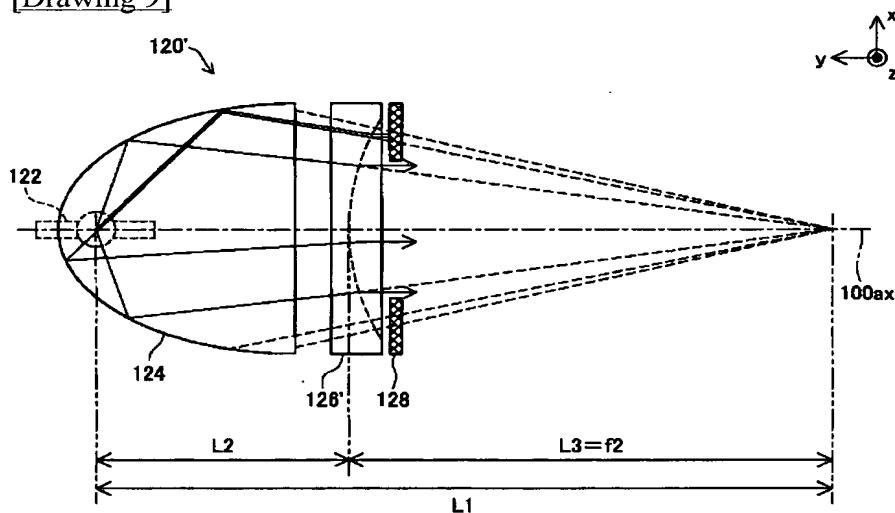
(B)



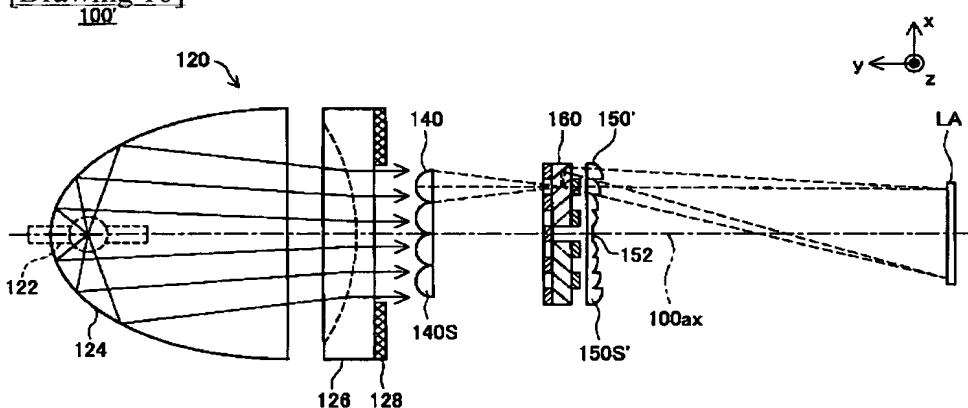
[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-75915

(P2003-75915A)

(43)公開日 平成15年3月12日 (2003.3.12)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト(参考)

G 03 B 21/14

G 03 B 21/14

A 2 H 0 5 2

F 21 S 2/00

G 02 B 19/00

2 H 0 8 8

F 21 V 13/00

27/28

Z 2 H 0 9 1

G 02 B 19/00

G 02 F 1/13

5 0 5 2 H 0 9 9

27/28

1/13357

3 K 0 4 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-271885(P2001-271885)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(22)出願日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(72)発明者 秋山 光一

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 110000028

特許業務法人 明成国際特許事務所

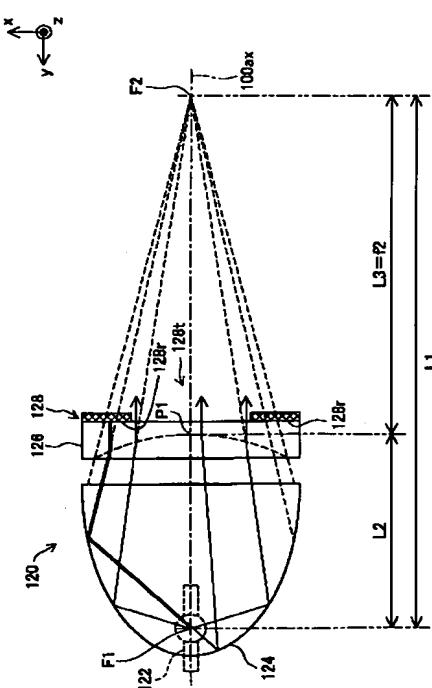
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置、および、これを備えた照明光学系ならびにプロジェクタ

(57)【要約】

【課題】 照明光学系から射出される照明光のサイズを小さくする。

【解決手段】 ランプから射出された光を楕円リフレクタの反射面で反射する。反射面によって反射された光を平行化レンズで平行化する。平行化レンズによって平行化された光のうち、周辺部の光を反射ミラーで逆方向に反射する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源装置であって、
ランプと、
前記ランプから射出された光を反射する反射面を有する
楕円リフレクタと、
前記反射面によって反射された光を平行化するための平行化レンズと、
前記平行化レンズによって平行化された光のうち、周辺部の光を逆方向に反射する反射ミラーと、を備える光源装置。

【請求項2】 請求項1記載の光源装置であって、
前記平行化レンズの入射面が凹面形状に形成され、射出面が平面形状に形成されており、
前記反射ミラーは前記平行化レンズの射出面上に形成されている、光源装置。

【請求項3】 前記平行化レンズの凹面は回転双曲面形状を有している請求項2記載の光源装置。

【請求項4】 請求項1記載の光源装置であって、
前記平行化レンズの射出面が凹面形状に形成され、入射面が平面形状に形成されている、光源装置。

【請求項5】 前記平行化レンズの凹面は回転楕円面形状を有している請求項4記載の光源装置。

【請求項6】 照明光学系であって、
請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の光源装置と、
前記光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割し、各部分光線束を所定の照明領域上で重畳するインテグレータ光学系と、を備える、
照明光学系。

【請求項7】 請求項6記載の照明光学系であって、
前記インテグレータ光学系は、
前記光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割するための2つのレンズアレイと、
各部分光線束を前記所定の照明領域上で重畳するための重畳レンズと、を備える、
照明光学系。

【請求項8】 請求項6または請求項7記載の照明光学系であって、
前記各部分光線束を、偏光方向の揃った各部分光線束として射出する偏光発生光学系を備える、照明光学系。

【請求項9】 プロジェクタであって、
請求項6ないし請求項8のいずれかに記載の照明光学系と、
前記照明光学系からの光を画像情報に応じて変調する電気光学装置と、
前記電気光学装置で得られる変調光線束を投写する投写光学系と、を備える、
プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像を投写表示するプロジェクタに関し、特に、プロジェクタに用いられる照明光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】プロジェクタでは、照明光学系から射出された光によって液晶ライトバルブなどの電気光学装置を照明する。そして、電気光学装置を照明した光を、画像情報（画像信号）に応じて変調し、投写光学系を介してスクリーン上に投写することにより画像表示を実現している。このため、プロジェクタは、種々の光学系により構成されている。

【0003】プロジェクタは、その携帯性を考慮して小型化が進められており、プロジェクタを構成する種々の光学系も小型化が進められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、プロジェクタの光学系、例えば、照明光学系から射出された光を電気光学装置に導く光学系を構成する光学部品は、照明光学系から射出される照明光の光路サイズ（光線束全体の断面の大きさを意味し、単に「照明光のサイズ」とも呼ぶ。）に依存し、照明光のサイズが大きくなれば大きくなり、小さくなれば小さくなる傾向にある。

【0005】従って、プロジェクタの小型化を実現する場合において、そのプロジェクタを構成する照明光学系から射出される照明光のサイズを小さくすることが望まれている。

【0006】この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、照明光学系から射出される照明光のサイズを小さくして、プロジェクタを小型化することが可能な技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の光源装置は、ランプと、前記ランプから射出された光を反射する反射面を有する楕円リフレクタと、前記反射面によって反射された光を平行化するための平行化レンズと、前記平行化レンズによって平行化された光のうち、周辺部の光を逆方向に反射する反射ミラーと、を備えることを特徴とする。

【0008】本発明の光源装置では、平行化レンズによって平行化された光のうち周辺部の光を、反射ミラーによって逆方向に反射させて、再び楕円リフレクタで反射させることにより、中心部の光に変換することができる。これにより、光源装置から射出される略平行な光の光路のサイズを小さくすることができる。

【0009】上記光源装置において、前記平行化レンズの入射面が凹面形状に形成され、射出面が平面形状に形成されており、前記反射ミラーは前記平行化レンズの射出面上に形成されていることが好ましい。

【0010】こうすれば、反射ミラーを容易に構成することができる。

【0011】ここで、前記平行化レンズの凹面は回転双曲面形状を有していることが好ましい。

【0012】こうすれば、平行化レンズの凹面を高精度に形成することができ、平行度の高い光を得ることが可能である。

【0013】また、前記平行化レンズの射出面が凹面形状に形成され、入射面が平面形状に形成されているようにしてもよい。

【0014】このようにしても、反射ミラーを容易に構成することができる。

【0015】ここで、前記平行化レンズの凹面は回転楕円面形状を有していることが好ましい。

【0016】こうすれば、平行化レンズの凹面を高精度に形成することができ、平行度の高い光を得ることが可能である。

【0017】本発明の照明光学系は、上記のいずれかに記載の光源装置と、前記光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割し、各部分光線束を所定の照明領域上で重畳するインテグレータ光学系と、を備えることを特徴とする。

【0018】上記照明光学系において、前記インテグレータ光学系は、前記光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割するための2つのレンズアレイと、各部分光線束を前記所定の照明領域上で重畳するための重畳レンズと、を備えるようにしてもよい。

【0019】また、上記各照明光学系において、前記各部分光線束を、偏光方向の揃った各部分光線束として射出する偏光発生光学系を備えることも好ましい。

【0020】これらの照明光学系では、上記のいずれかの光源装置が用いられているので、照明光の光路のサイズを小さくすることが可能である。

【0021】本発明のプロジェクタは、上記のいずれかの照明光学系と、前記照明光学系からの光を画像情報に応じて変調する電気光学装置と、前記電気光学装置で得られる変調光線束を投写する投写光学系と、を備えることを特徴とする。

【0022】このプロジェクタでは、上記の照明光学系が用いられているので、プロジェクタを構成する光学系を小型化することが可能であり、結果としてプロジェクタを小型化することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明を適用したプロジェクタの一例を示す概略構成図である。プロジェクタ1000は、照明光学系100と、色光分離光学系200と、3つの液晶ライトバルブ300R、300G、300Bと、クロスダイクロイックプリズム400と、投写光学系500とを備えている。

【0024】照明光学系100から射出された光は、色光分離光学系200において赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の色光に分離される。分離された各色光は、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bにおいて画像情報に応じて変調される。ここで、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bは、本発明における電気光学装置に相当する液晶パネルと、その光入射面側および光射出面側に配置された偏光板とによって構成されている。なお、各液晶ライトバルブには、液晶パネルに画像情報を供給して駆動させるための図示しない駆動部が接続されている。液晶ライトバルブ300R、300G、300Bにおいて画像情報に応じて変調された変調光線束は、クロスダイクロイックプリズム400で合成され、投写光学系500によってスクリーン上に投写される。これにより、スクリーン上に画像が表示されることとなる。なお、図1に示すようなプロジェクタの各部の構成および機能については、例えば、本願出願人によって開示された特開平10-325954号公報に詳述されているので、本明細書において詳細な説明は省略する。

【0025】図2は、図1の照明光学系100を拡大して示す説明図である。この照明光学系100は、光源装置120と、2つのレンズアレイ140、150と、偏光発生光学系160と、重畳レンズ170とを備えている。各光学部品は、システム光軸100axを基準として配置されている。ここで、システム光軸100axは、光源装置120から射出される光線束の中心軸である。なお、図2において、照明光学系100が照明する照明領域LAは、図1の液晶ライトバルブ300R、300G、300Bに対応する。

【0026】光源装置120は、ランプ(放電灯)122と、回転楕円面形状の凹面を有するリフレクタ124と、平行化レンズ126と、反射ミラー128とを備えている。ランプ122としては、高圧水銀放電灯や、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ等の放電灯が利用される。ランプ122は、リフレクタ124の回転楕円面の第1焦点近傍に配置されている。ランプ122から射出された光は、リフレクタ124によって反射され、リフレクタ124の第2焦点に向かって集光されつつ進む。平行化レンズ126は、入射する集光光をシステム光軸100axにほぼ平行な光(略平行光)に変換する。

【0027】平行化レンズ126としては、光源装置120側に凹面を有する平凹レンズが用いられている。平行化レンズ126の凹面の焦点は、リフレクタ124の第2焦点にほぼ一致するように配置される。これにより、入射する集光光を平行化することができる。なお、リフレクタ124と平行化レンズ126の凹面との関係については後述する。平行化レンズ126の凹面の形状は、入射する集光光を略平行化できる凹面形状であれば

どのような形状であってもよい。ただし、凹面の形状は、回転双曲面形状であることがより好ましい。凹面の形状を回転双曲面とすれば、平行度の高い光を得ることが可能である。また、レンズの収差等をより高精度に抑制することが可能である。

【0028】図3は、平行化レンズ126の射出面上に形成された反射ミラー128を示す正面図である。反射ミラー128は、平行化レンズの射出面の周辺部に反射面128rを有し、中心部に開口面128tを有している。この反射面128rは、平行化レンズ126の射出面の周辺部上にアルミニウム膜、銀膜等を形成することにより形成される。また、誘電体多層膜（コールドミラー等）を蒸着することによっても形成可能である。また、ESRフィルム（3M社製）を貼り付けることによっても形成可能である。なお、平板状の透明体（例えばガラス板）にアルミニウム膜、銀膜、誘電体多層膜、ESRフィルム等を選択的に形成したものを、平行化レンズ126の射出面の近傍に配置したり、貼り合わせたりすること可能である。

【0029】なお、平行化レンズ126の入射面および反射ミラー128の開口面128tに対応する射出面には、反射防止膜を形成するようにしてもよい。これにより、ランプ122から射出された光が、これらの面において反射して、損失することを抑制することが可能となる。また、UV反射膜を形成するようにしてもよい。UV反射膜は、ランプ122から射出された光から、紫外線を除去するためのフィルタである。これにより、有機材料を用いた光学部品（例えば、液晶ライトバルブに備えられた偏光板）の紫外線による劣化を低減させることができるとなる。なお、ガラス板上に形成されたUV反射膜が形成されたガラス板を、平行化レンズ126の入射面側あるいは射出面側に別途設けるようにしてもよい。

【0030】図2に示す平行化レンズ126で略平行光に変換された光は、反射ミラー128の開口面128tから射出される。すなわち、光源装置120は、略平行光を射出する機能を有している。なお、光源装置120の機能については、さらに後述する。

【0031】光源装置120から射出された略平行光は、第1のレンズアレイ140に入射する。図4は、第1のレンズアレイ140の斜視図である。第1のレンズアレイ140は、マトリクス状に配列された複数の小レンズ140sを有している。本例では、6行4列の小レンズ140sを有している。各小レンズ140sは平凸レンズであり、y方向から見たときの外形形状は、照明領域LA（液晶ライトバルブ）と相似形となるように設定されている。第1のレンズアレイ140は、光源装置120から射出された略平行な光線束を複数の部分光線束に分割して射出する。

【0032】図2に示す第2のレンズアレイ150は、マトリクス状に配列された複数の小レンズ150sを有

しており、第1のレンズアレイ140とほぼ同様である。第2のレンズアレイ150は、第1のレンズアレイ140から射出された部分光線束のそれぞれの中心軸をシステム光軸100axとほぼ平行に揃える機能を有している。また、第2のレンズアレイ150は、重畠レンズ170とともに、第1のレンズアレイ140の各小レンズ140sの像を照明領域LA上で結像させる機能を有している。

【0033】第1のレンズアレイ140の各小レンズ140sから射出された部分光線束は、図2に示すように、第2のレンズアレイ150の各小レンズ150sを介して、その近傍位置、すなわち、偏光発生光学系160内において集光される。

【0034】偏光発生光学系160は、2つの偏光発生素子アレイ160A、160Bとを備えている。第1および第2の偏光発生素子アレイ160A、160Bは、システム光軸100axに対して、対称となるように配置されている。

【0035】図5は、図2の偏光発生素子アレイ160Aを拡大して示す説明図である。図5(A)は、第1の偏光発生素子アレイ160Aの斜視図を示しており、図5(B)は、+z方向から見たときの平面図を示している。偏光発生素子アレイ160Aは、遮光板162と、偏光ビームスプリッタアレイ164と、偏光ビームスプリッタアレイ164の光射出面に選択的に配置された複数のλ/2位相差板166とを備えている。なお、第2の偏光発生素子アレイ160Bについても同様である。

【0036】偏光ビームスプリッタアレイ164は、図5(A)、(B)に示すように、略平行四辺形の断面形状を有する柱状のガラス材164cが複数貼り合わされて構成されている。各ガラス材164cの界面には、偏光分離膜164aと反射膜164bとが交互に形成されている。なお、偏光分離膜164aとしては誘電体多層膜が用いられ、反射膜164bとしては誘電体多層膜や金属膜が用いられる。

【0037】遮光板162は、開口面162aと遮光面162bとがストライプ状に配列されて構成されている。開口面162aと遮光面162bは、それぞれ偏光分離膜164aと反射膜164bとに対応して設けられている。また、遮光面162bは、2つの偏光変換素子アレイ160A、160Bの間隙に対応して設けられている。これにより、第1のレンズアレイ140(図2)から射出された部分光線束は、開口面162aを介して偏光ビームスプリッタアレイ164の偏光分離膜164aのみに入射し、反射膜164bには入射しない。なお、遮光板162としては、平板状の透明体（例えばガラス板）に遮光性の膜（例えばクロム膜や、アルミニウム膜、誘電体多層膜など）を選択的に形成したもの用いることができる。また、アルミニウム板のような遮光性の平板にストライプ状の開口部を設けたものを用いる

ことも可能である。さらに、偏光ビームスプリッタアレイ164のガラス材164cに、遮光性の膜を直接形成するようにしてもよい。

【0038】第1のレンズアレイ140(図2)から射出された各部分光線束の主光線(中心軸)は、図5(B)に実線で示すように、システム光軸100axとほぼ平行に遮光板162の開口面162aに入射する。開口面162aを通過した部分光線束は、偏光分離膜164aにおいて、s偏光の部分光線束とp偏光の部分光線束とに分離される。なお、s偏光は、偏光分離膜164aの入射面に垂直な偏光方向であり、p偏光は、偏光分離膜164aの入射面に平行な偏光方向であるとする。p偏光の部分光線束は、偏光分離膜164aを透過して、偏光ビームスプリッタアレイ164から射出される。一方、s偏光の部分光線束は偏光分離膜164aで反射され、反射膜164bにおいてさらに反射された後に、偏光ビームスプリッタアレイ164から射出される。なお、偏光ビームスプリッタアレイ164の光射出面において、p偏光の部分光線束の主光線とs偏光の部分光線束の主光線とは、互いにほぼ平行となっている。

【0039】 $\lambda/2$ 位相差板166は、偏光ビームスプリッタアレイ164の光射出面のうち、偏光分離膜164aを透過したp偏光の部分光線束の光射出面だけに形成されている。 $\lambda/2$ 位相差板166は、入射する直線偏光光を、偏光方向が直交する直線偏光光に変換する機能を有している。したがって、p偏光の部分光線束は、 $\lambda/2$ 位相差板166によって、s偏光の部分光線束に変換されて射出される。これにより、偏光発生素子アレイ160Aに入射した偏りのない部分光線束(s+p)は、s偏光の部分光線束に変換されて射出されることとなる。なお、s偏光の部分光線束の光射出面だけに $\lambda/2$ 位相差板166を配置することにより、偏光発生素子アレイ160Aに入射する部分光線束をp偏光の部分光線束に変換して射出することもできる。

【0040】なお、上記偏光発生光学系160は、システム光軸100axに対して対象に配置された2つの偏光発生素子アレイを備える場合を示しているが、1つの偏光変換素子アレイを備えるようにしてもよい。

【0041】第1のレンズアレイ140から射出された複数の部分光線束は、上記のように、偏光発生光学系160によって各部分光線束ごとに2つの部分光線束に分離されるとともに、それぞれ偏光方向の揃ったほぼ1種類の直線偏光光に変換される。偏光方向の揃った複数の部分光線束は、図2に示す重畠レンズ170によって照明領域LA上で重畠される。このとき、照明領域LAを照射する光の強度分布は、ほぼ均一となっている。

【0042】以上のように、照明光学系100(図1)は、偏光方向の揃った照明光(s偏光光)を射出し、色光分離光学系200を介して、液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bをほぼ均一に照明する。すなわ

ち、照明光学系100の2つのレンズアレイ140, 150と、重畠レンズ170とは、照明領域LA(液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bを)をほぼ均一に照明するためのインテグレータ光学系を構成している。

【0043】ところで、本実施例の光源装置120は、平行化レンズ126の射出面の周辺部に反射面128rを有する反射ミラー128が形成されている点に特徴を有している。

【0044】図6は、光源装置120の機能を示す説明図である。上述したように、リフレクタ124の回転橋円面の第1焦点F1近傍に配置されているランプ122から射出された光は、リフレクタ124で反射されて、第2焦点F2近傍で集光される。

【0045】ここで、リフレクタ124の第1焦点F1と第2焦点F2との距離をL1とする。また、第1焦点F1から平行化レンズ126の凹面の頂点P1までの距離をL2とし、凹面の頂点P1から第2焦点F2までの距離をL3とする。

【0046】平行化レンズ126は、リフレクタ124の開口面の近傍に配置されている。また、平行化レンズ126は、その凹面の焦点距離f2が頂点P1から第2焦点F2までの距離L3に等しくなるように設定される。これにより、平行化レンズ126の凹面に入射する集光光がシステム光軸100axに略平行となるように変換される。

【0047】こうして変換された略平行光のうち、反射ミラー128の開口面128tを通過する光は、光源装置120からの略平行な光として射出される。一方、反射面128rのある周辺部の光(図中太い実線で示す光線)は反射面128rで反射されて、平行化レンズ126の凹面、リフレクタ124の順に逆方向に戻り、ランプ122の中心を通過する。このランプ122の中心を通過した光は、反射面128rで反射される前ににおけるリフレクタ124の反射位置に比べて、システム光軸100axに近い中心付近のリフレクタ124の反射位置で反射されて、再び、第2焦点F2に向けて射出され、平行化レンズ126に入射する。

【0048】再び平行化レンズ126に入射した光は、上述のように反射ミラー128の反射面128rで反射される前に平行化レンズ126を通過したときに比べて、システム光軸100axに近い中心部を通過する。このとき、この光が反射ミラー128の開口面128tに対応する位置を通過する光であれば、そのまま開口面128tを通過して、光源装置120からの射出光となる。一方、まだ反射ミラー128の反射面128rに対応する位置を通過する光であるならば、もう一度反射面128rで反射されて、平行化レンズ126の凹面、リフレクタ124の順に逆方向に戻り、反射面128rとリフレクタ124での反射が繰り返される。そして、反

射ミラー128の反射面128rで反射される光は、最終的に反射ミラー128の開口面128tを通過して、光源装置120からの射出光となる。

【0049】従って、平行化レンズ126に入射する光は、ほとんど（反射等による損失分を除いて）反射ミラー128の開口面128tを通過して射出される。これにより、光源装置120から射出される照明光のサイズを小さくすることができる。なお、照明光のサイズは、反射ミラー128の開口面128tの大きさによって決定される。

【0050】図7は、比較例の光源装置120cpを示す説明図である。比較例の光源装置120cpは、実施例の光源装置120と同等の照明光のサイズを有する光源装置の一般的な構成を示している。比較例の光源装置120cpにおいて、照明光のサイズを実施例の光源装置120と同等とするためには、リフレクタ124の第1焦点F1から平行化レンズ126cpの凹面の頂点P1cpまでの距離L2cpを、図6に示す距離L2に比べて大きくしなければならない。このため、比較例の光源装置120cpは、実施例の光源装置120に比べて光路方向に沿って大きくなる。

【0051】一方、図6に示す本実施例の光源装置120は、比較例の光源装置120cpのように光路方向に沿って大きくすることなく、反射ミラー128の開口面128tの大きさに応じて照明光のサイズを小さくすることが可能であるという利点を有している。

【0052】従って、本実施例の光源装置120を適用した照明光学系100（図2）は、照明光学系の光路方向の大きさを大きくすることなく、射出する照明光のサイズを小さくすることができる。そして、照明光学系100を適用したプロジェクタ（図1）を小型化することが可能となる。

【0053】また、図7に示す比較例の光源装置120cpにおいて、平行化レンズ126cpの凹面の頂点P1cpからリフレクタ124の第2焦点F2までの距離L3cp（=L1-L2cp）は、図6に示す距離L3（=L1-L2）に比べて小さくしなければならない。このため、比較例の光源装置120cpにおける平行化レンズ126cpの焦点距離f2cpは、図6に示す実施例の光源装置120における平行化レンズ126の焦点距離f2に比べて小さくしなければならない。すなわち、比較例の光源装置120cpにおいては、実施例の光源装置120に比べて凹面のディオプトリ（焦点距離の逆数を意味し、いわゆる「レンズパワー」とも呼ばれる。）が大きな平行化レンズが必要となる。

【0054】図8は、第1のレンズアレイ140によって分割される複数の部分光線束による光源像を示す説明図である。図8（A）は比較例の光源装置120cpによる場合の例を示し、図8（B）は本実施例の光源装置120による場合の例を示している。図の光源像は、等

高線により示された光強度によって表されている。比較例の光源装置120cpのように、レンズパワーの大きな平行化レンズ126cpを用いた場合には、図8（A）に示すように、レンズパワーの大きさに依存して分割された各部分光線束の光源像が列方向に大きくなる。このような部分光線束が偏光発生光学系160に入射しても、遮光板162の開口面162aを通過できず遮光面162bに入射する光線束が多くなるため、偏光発生光学系160光の利用効率が低下することになる。

【0055】しかしながら、本実施例の光源装置120を用いた場合には、平行化レンズ126のレンズパワーを、比較例の光源装置120cpを用いた場合に比べて小さくすることができるので、図8（B）に示すように、各部分光線束の光源像が比較的小さくなり、光の利用効率の低下を抑制することが可能である。

【0056】なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0057】（1）図9は、変形例としての光源装置120'を示す説明図である。図6に示す実施例の光源装置120では、入射面側に凹面を有する平行化レンズ126を備える場合を例に説明しているが、図9に示すように、射出面側に凹面を有する平行化レンズ126'を備えるようにしてもよい。この場合、反射ミラー128は、平行化レンズ126'から射出される周辺部の平行光を逆方向に反射するよう、近接配置される。

【0058】なお、平行化レンズ126'の凹面の形状は、入射する集光光を略平行化できる凹面形状であればどのような形状であってもよい。ただし、凹面の形状は、回転楕円面形状であることがより好ましい。凹面の形状を回転楕円面とすれば、平行度の高い光を得ることが可能である。また、レンズの収差等をより高精度に抑制することが可能である。

【0059】本変形例の光源装置120'を適用した照明装置、および、この照明装置を適用したプロジェクタも同様に小型化が可能である。

【0060】（2）図10は、変形例としての照明光学系100'を示す説明図である。図2に示す実施例の照明光学系100は、2つのレンズアレイ140、150と、重畠レンズ170とでインテグレータ光学系を構成する場合を示しているが、図10に示すように、図2の第2のレンズアレイ150をレンズアレイ150'に変更し、このレンズアレイ150'を偏光発生光学系160の後段に配置することにより、重畠レンズ170を省略するようにしてもよい。

【0061】第2のレンズアレイ150'は、第1のレンズアレイ150のx方向に並ぶ小レンズ140Sに対して2倍の数の第2の小レンズ150S'を備えてい

る。これは、図5に示したように、偏光発生光学系160が、1つの部分光線束をx方向に並ぶ偏光分離膜164aと反射膜164bとによって2つの部分光線束に分離し、射出する部分光線束の数がx方向に2倍となるからである。各第2の小レンズ150'は、図2の重畠レンズ170の機能を有する偏心レンズで構成されている。また、x方向に並ぶ第2の小レンズ150s'は、システム光軸100axに対して対称に構成されており、連結部152で連結されている。第2の小レンズ150s'を偏心させることにより、第2のレンズアレイ150'は、第1のレンズアレイ140から射出された各部分光線束を照明領域LA上に重畠させることができる。このため、本変形例では、重畠レンズ170が省略されている。

【0062】このように、本発明の照明光学系としては、光源装置と、光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割し、各部分光線束を照明領域LA上で重畠する機能を有するインテグレータ光学系を備えていればよい。

【0063】(3) 上記実施例および変形例2では、光源装置から射出された光線束を複数の部分光線束に分割し、各部分光線束を照明領域LA上で重畠する機能を有するインテグレータ光学系を備える場合を示しているが、インテグレータロッドによるインテグレータ光学系を備えるようにしてもよい。

【0064】(4) 上記実施例では、透過型のプロジェクタに本発明を適用した場合を例に説明しているが、本発明は反射型のプロジェクタにも適用することが可能である。ここで、「透過型」とは、透過型液晶パネルのように光変調手段としての電気光学装置が光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは、反射型液晶パネルのように光変調手段としての電気光学装置が光を反射するタイプであることを意味している。反射型のプロジェクタにこの発明を適用した場合にも、透過型のプロジェクタと同様の効果を得ることができる。

【0065】(5) 図1に示す実施例のプロジェクタ1000は、電気光学装置として液晶パネルを備えているが、これに代えて、マイクロミラー型光変調装置を備えるようにしてもよい。マイクロミラー型光変調装置としては、例えば、DMD(デジタルマイクロミラーデバイス)(TI社の商標)を用いることができる。電気光学装置としては、一般に、入射光を画像情報に応じて変調するものであればよい。

【0066】(6) 上記実施例においては、カラー画像を表示するプロジェクタ1000を例に説明しているが、モノクロ画像を表示するプロジェクタにおいても同様である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したプロジェクタの一例を示す概略構成図である。

【図2】図1の照明光学系100を拡大して示す説明図である。

【図3】平行化レンズ126の射出面上に形成された反射ミラー128を示す正面図である。

【図4】第1のレンズアレイ140の斜視図である。

【図5】図2の偏光発生素子アレイ160Aを拡大して示す説明図である。

【図6】光源装置120の機能を示す説明図である。

【図7】比較例の光源装置120cpを示す説明図である。

【図8】第1のレンズアレイ140によって分割される複数の部分光線束による光源像を示す説明図である。

【図9】変形例としての光源装置120'を示す説明図である。

【図10】変形例としての照明光学系100'を示す説明図である。

【符号の説明】

100…プロジェクタ

100…照明光学系

200…色光分離光学系

300R, 300G, 300B…液晶ライトバルブ

400…クロスダイクロイックプリズム

500…投写光学系

100ax…システム光軸

120…光源装置

120cp…光源装置

122…ランプ

124…リフレクタ

126…平行化レンズ

126cp…平行化レンズ

128…反射ミラー

128r…反射面

128t…開口面

140…レンズアレイ

140s…小レンズ

150…レンズアレイ

150s…小レンズ

150'…レンズアレイ

150s'…小レンズ

152…連結部

160…偏光発生光学系

160A, 160B…偏光変換素子アレイ

162…遮光板

162a…開口面

162b…遮光面

164…偏光ビームスプリッタアレイ

164a…偏光分離膜

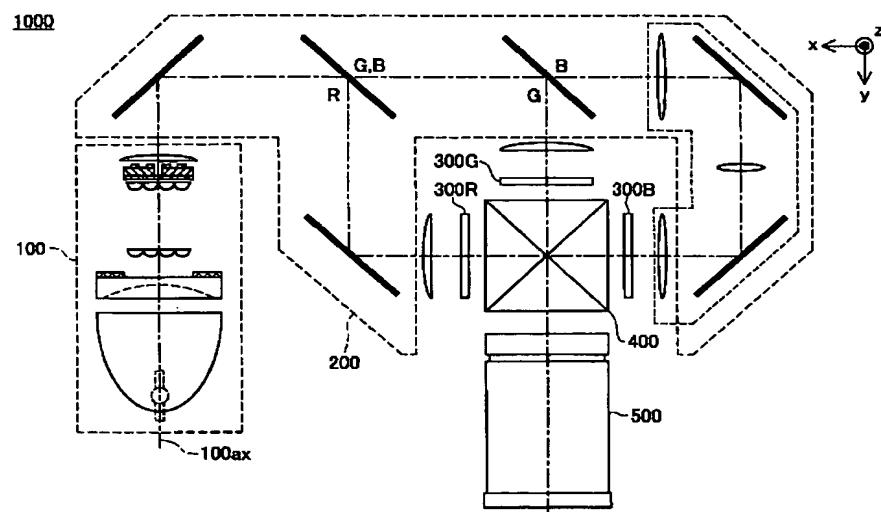
164b…反射膜

164c…ガラス材

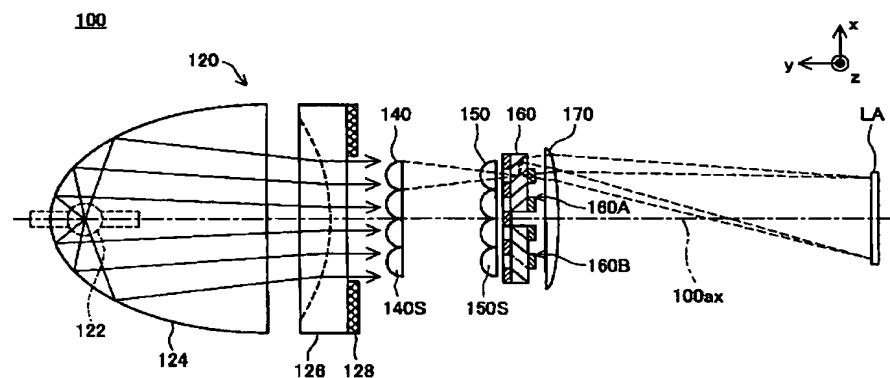
170…重畠レンズ

166…λ/2位相差板

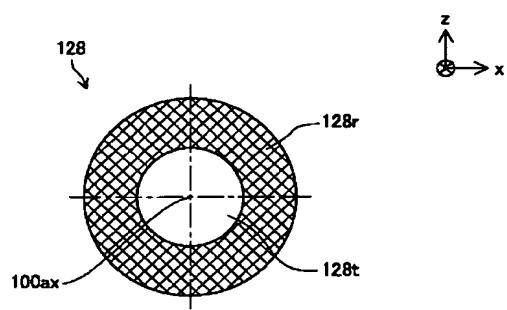
【図1】



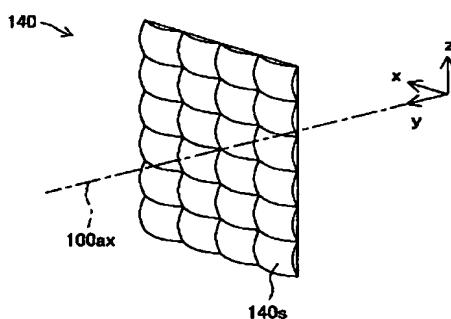
【図2】



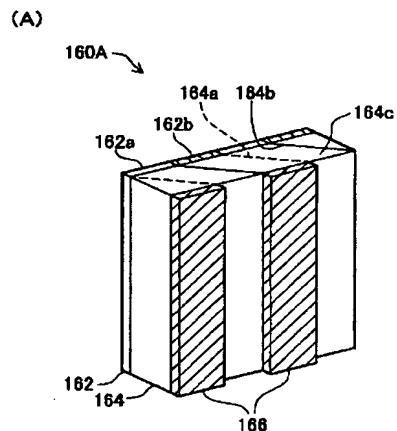
【図3】



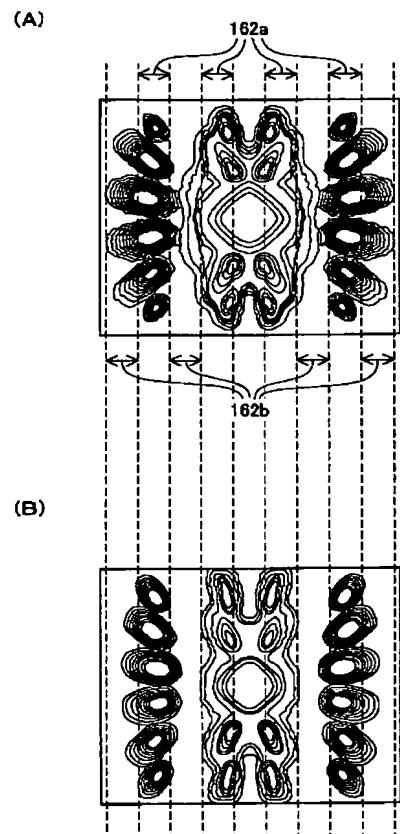
【図4】



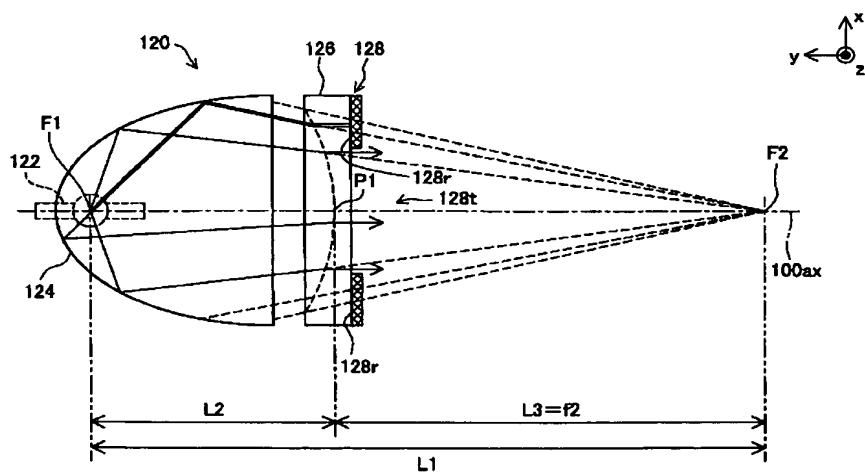
【図5】



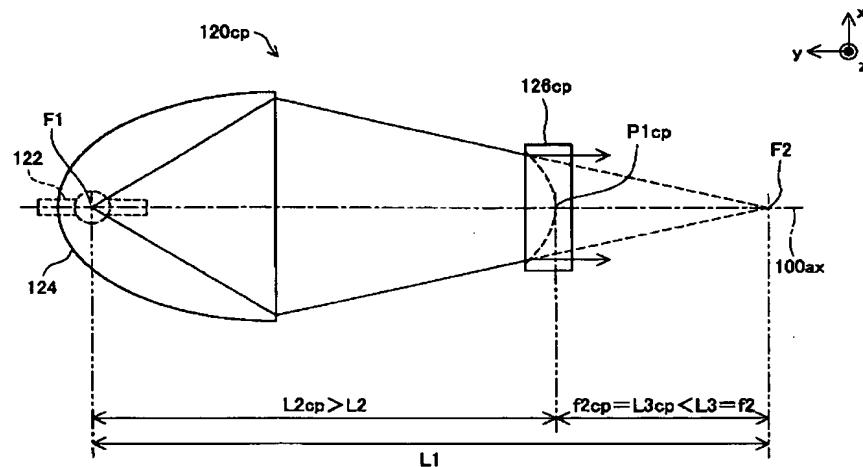
【図8】



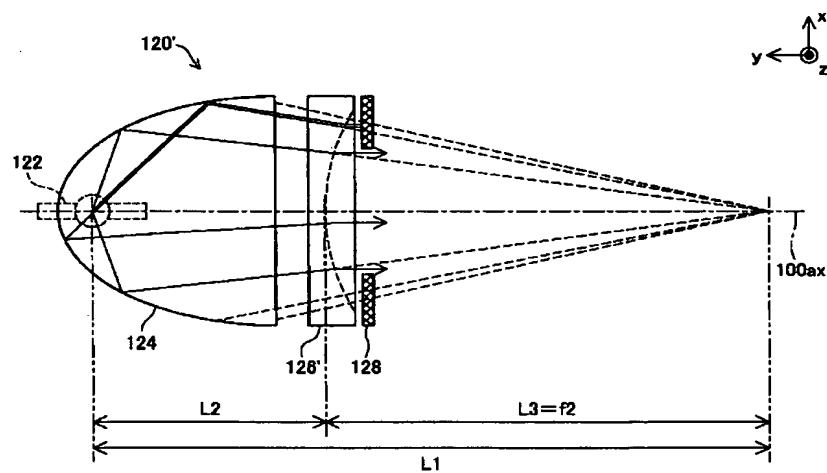
【図6】



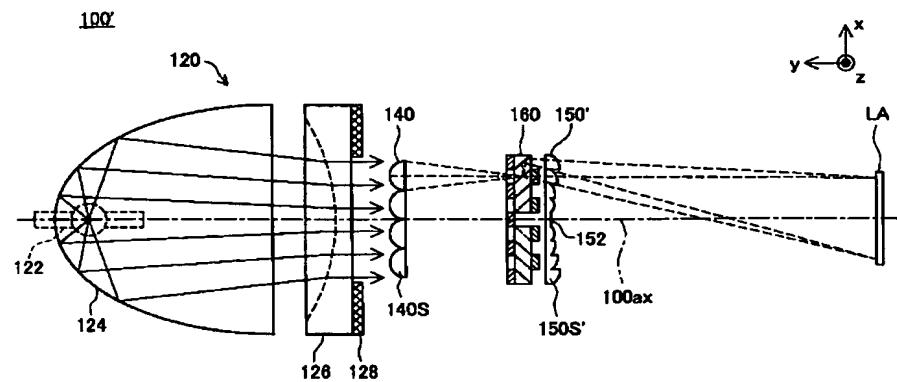
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	マークコード(参考)
G O 2 F 1/13	5 0 5	G O 3 B 21/00	E 5 C 0 5 8
1/13357		H O 4 N 5/74	A
G O 3 B 21/00		F 2 1 Y 101:00	
H O 4 N 5/74		F 2 1 M 1/00	R
// F 2 1 Y 101:00			

F ターム(参考) 2H052 BA02 BA03 BA06 BA14
2H088 EA12 EA13 EA14 EA15 EA16
EA17 EA18 EA23 HA20 HA21
HA23 HA24 HA25 HA28 MA20
2H091 FA10Z FA14Z FA17Z FA29Z
FA41Z LA11 LA30 MA07
2H099 AA12 BA09 CA02 CA08 DA05
3K042 AA01 AC06 BB05 BB11 BC03
BC09 BE08
5C058 AB03 BA29 EA12 EA13 EA51

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.